



(74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒530-6026 大阪府 大阪市 北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

(81) 指定国 (国内): CN, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部(3)と平行である磁気ヘッドであって、前記多層膜を構成する金属磁性膜(8)の膜厚を2種類以上とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜(8)の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。)を満たすようにする。これにより、擬似的な信号を押さえ、ノイズの低減をした磁気ヘッドとこれを組み込んだ磁気記録再生装置を提供できる。

明 細 書

磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置

技術分野

本発明は、高周波で優れた特性を有する高密度記録用磁気ヘッドおよびその磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置に関する。

背景技術

磁気記録が高密度化されるに従い、高い保磁力を有する磁性媒体への十分な記録と再生特性を可能とするため、ギャップ近傍に高飽和磁束密度および高透磁率を有する金属磁性膜を配した磁気ヘッドが実用化されている。高密度化と共に、信号の転送レートを上げるために、さらに高い周波数での特性が要求されつつある。こうした要求に対応すべく、従来、図 1 に示すような断面構造の磁気ヘッドが提案されている（日本特許第 2 9 5 9 9 0 8 号）。図 9 はこの磁気ヘッドのギャップ近傍の拡大図である。この磁気ヘッドは、巻き線窓 10 を加工した磁性酸化物もしくは非磁性の基板 1 にスパッタリング法等により磁性金属膜 8 と SiO_2 、 Al_2O_3 等の非磁性層 9 とを交互に成膜して積層膜を形成した後、ギャップ 3 を形成するために所定の厚さのギャップ材を成膜した後、ギャップを介して磁気コアどうしをガラス等により接合して一体化している。5 は溶着ガラスである。高周波特性を向上するために多層膜が用いられるのは、多層構造にすると、単層の金属磁性膜に比べて高周波での透磁率が高くなるためである。図 2 は磁気ヘッドが磁性媒体と摺動する面の構成の 1 例を示したものである。図 1 ～ 2 および図 9 において、2 は磁気ヘッドのコアを構成する磁性多層膜、4 は磁気ヘッドの巻き線窓、6 は溶着ガラス、7 は基板 1 と磁性多層膜 2 の界面、10 は巻き線窓を形成する溝、12 はアジマス角である。

図 2 において、ギャップ 3 と金属磁性多層膜と基板 1 との界面 7 が平行であり、また各非磁性層 9 とギャップ 3 もまた平行になっている。この構成の磁気ヘッドで記録再生をすると、ギャップに平行な各非磁性層が擬似的なギャップとして作用し、疑似的な信号が重畳的に再生されて
5 信号に歪みを生じ、ノイズが増大してしまうという課題があった。また、こうした疑似信号を有する磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置は、S/Nが劣化するという課題があった。

発明の開示

前記課題を解決するために、本発明の磁気ヘッドは、金属磁性膜と非
10 磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多層膜の形成される磁性酸化物基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドであって、

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を 2 種類以上とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚
15 み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たすことを特徴とする。

本発明の磁気記録再生装置は、金属磁性膜と非磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多
20 層膜の形成される磁性酸化物基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドであって、

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を 2 種類以上とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚
25 み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たす磁気ヘッドを搭載したことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- 図 1 は従来の一一般的な磁気ヘッドの断面図。
- 図 2 は同、磁気ヘッドの磁気記録媒体と摺動する面を示す図。
- 図 3 は本発明の実施の形態 2 における磁気ヘッドのギャップ近傍の断面拡大図。
- 5 図 4 は本発明の実施の形態 1 ～ 3 における磁気ヘッドのギャップ近傍の断面拡大図。
- 図 5 は同、磁気ヘッドのコアを構成する基板に巻き線窓を加工する工程の図。
- 10 図 6 は同、磁性多層膜を成膜後のコアを示す断面図。
- 図 7 は図 6 で示したコアをラップした後の図。
- 図 8 は本発明の実施の形態 1 ～ 3 における製造工程を示し、A はギャップで接着したコアにトラック形成するための溝を加工する工程図、B はトラックを形成した後、チップに切断する工程を示す図。
- 15 図 9 は従来磁気ヘッドのギャップ近傍の断面拡大図。
- 図 10 は従来磁気ヘッドのギャップ近傍の断面拡大図。
- 図 11 は本発明の一実施形態における磁気記録再生装置の概略構成図。
- 1 : 磁気ヘッドのコアを構成する磁性または非磁性の基板、2 : 磁気ヘッドのコアを構成する磁性多層膜、3 : 磁気ヘッドのギャップ部、4 :
- 20 磁気ヘッドの巻き線窓、5 : 溶着ガラス、6 : 溶着ガラス、7 : 基板と磁性多層膜の界面、8 : 磁性多層膜を構成する磁性金属膜、9 : 磁性多層膜を構成する非磁性膜、10 : 巻き線窓を形成する溝、11 : トラックを形成する溝、12 : アジマス角、21, 22 : 磁気ヘッド、23 :
- 25 1 : キャプスタン、32 : ピンチローラ、33 : カセット、34 : 供給リール、35 : 巻き取りリール

発明を実施するための最良の形態

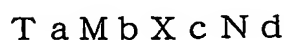
従来、一定の膜厚の金属磁性層を積層して多層膜を構成していたのに対し、本発明は膜厚が異なる金属磁性層を積層して多層膜とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの
5 厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たすことにより、擬似的な信号を押さえ、ノイズの低減を図ることが可能となる。

また、本発明の磁気記録再生装置は、多層膜を構成する金属磁性膜の
10 膜厚を2種類以上とするか、または積層膜を構成する各金属磁性膜の膜厚 t を、 $t < v \times \cos \theta / f$ を満たすようにした構成の磁気ヘッドを搭載することにより、実質上疑似信号の影響が問題にならないようにすることが可能となる。

金属磁性層は膜厚の差が5%未満の場合は擬似的な信号の顕著な低減
15 効果は見られないので、膜厚の差を5%以上異ならせることが好ましい。膜厚に差を持たせる場合は、前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を100nm～2000nmの範囲で異ならせるのが好ましい。

また、膜厚に差を持たせない場合は、前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚が、100nm～2000nmの範囲で一定であることが好ま
20 しい。

前記磁性膜は、次式



(但し、 T は Fe 、 Co 及び Ni から選ばれる少なくとも一種の元素、 M は Nb 、 Zr 、 Ti 、 Ta 、 Hf 、 Cr 、 Mo 、 W 及び Mn から選ば
25 れる少なくとも一つの元素、 X は B 、 Si 及び Ge から選ばれる少なくとも一つの元素、 N は窒素、 a 、 b 、 c 、 d は原子%を示し、それぞれ

6 $5 \leq a \leq 93$, $4 \leq b \leq 20$, $0 \leq c \leq 20$, $2 \leq d \leq 20$, $a + b + c + d = 100$ である。)で示される組成の磁性合金膜であることが好ましい。

5 また、前記非磁性層がSi, Al, Ti, Cr又はTaの酸化物であることが好ましい。

また、前記基板が、磁性Mn-Znフェライト単結晶、非磁性フェライト単結晶、 α -ヘマタイト、チタン酸カルシウム又はチタン酸マグネシウムであることが好ましい。

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

10 (実施の形態1)

図5において基板1としてMn-Znフェライト単結晶を用いた。まず、図5および図6に示したように巻き線窓4を形成するための溝10を砥石を用いて形成した。次に、ギャップ近傍の拡大図である図4に示したように、前記Mn-Znフェライト単結晶にFe-Taターゲットを用いてArガスとN₂(窒素)ガスとの混合ガス中でスパッタ法によりFeTa₂N膜8を、Arガス中で非磁性層としてSiO₂膜9をそれぞれ交互に形成して積層膜2を作成した。磁性多層膜のFeTa₂N膜8の厚みは、0.5 μ mと1 μ mとの2種類を交互に積層した。SiO₂膜9の膜厚は10nmとした。総膜厚は約6 μ mである。次に、ギャップ3を形成するため、ギャップ材を成膜してコア半体をギャップ3を挟んで接着した。図8Aに示したように接着したコアに対して、トラックを形成するための溝11を砥石で加工した後、図8Bに示したようにギャップに対してアジマス角12の傾きを持たせてチップに切断して磁気ヘッドを作成した。磁気媒体と摺動する面の構成は図2に示したようなものである。

25 一方、これと比較するために、磁性多層膜2を形成する際に、図10に示したように磁性膜FeTaSiN膜8の厚みを0.5 μ m一定とし、非磁性層

SiO₂膜 9 の厚みを10nmとして総膜厚約 6 μmの積層膜を形成して同様に磁気ヘッドを作成した。図 10 の磁性多層膜の構成以外は、上記実施例と同様の構成の磁気ヘッドである。

磁性多層膜の構成が図 4 に示した本実施例の磁気ヘッドと図 10 に示した従来の構成の磁気ヘッドを用いて、実際に磁気テープに信号を記録再生してその特性を調べて比較した。従来例の磁気ヘッドの出力を測定すると、出力の周波数依存性に疑似信号による出力のうねりが見られ、そのうねりの大きさは、平均で3dBであった。一方、本実施例の磁気ヘッドの疑似信号による出力のうねりは平均で1dBと従来の磁気ヘッドに比べ低減されていることがわかった。

なお、図 11 は本発明の一実施形態における磁気ヘッドを搭載したドラムユニットを含む磁気記録再生装置の概略構成図である。図 11 において、磁気テープ 24 に記録・再生するためのドラムユニット 23 には、互いに異なるアジスマ角を有する磁気ヘッド 21, 22 が設けられている。前記テープ 24 は、ガイドポスト 25 ~ 30 によりカセット 33 の供給リール 34 からドラムユニット 23、巻き取りリール 35 へ案内させながらキャプスタン 31 及びピンチローラ 32 により供給される。磁気テープ 24 は、高速に回転するドラムユニット 23 に巻き付く形で磁気ヘッド 21, 22 により、記録・再生される。

20 (実施の形態 2)

基板 1 として非磁性フェライト単結晶を用いた。まず、図 5 に示したように、巻き線窓 4 を形成するための溝 10 を砥石を用いて形成した。次に、ギャップ近傍の拡大図である図 3 に示したように、前記非磁性フェライト単結晶にFe-Taターゲットを用いてArガスとN₂(窒素)ガスとの混合ガス中でスパッタ法によりFeTa₂N膜 8 を、非磁性層としてArガス中でAl₂O₃膜 9 をそれぞれ交互に形成して積層膜 2 を作成した。磁性多層

膜のFeTa_N膜 8 の厚みは、第一層が0.5 μm、第2層が0.55 μm、第3層が0.6 μm・・・と0.05 μmずつ増大する厚みとなるように積層して成膜した。Al₂O₃膜 9 の膜厚は5nmとした。総膜厚は約20 μmとした。次に、図7に示したようにギャップ 3 を形成する面を、磁性多層膜 2 が巻き線窓 4 の中にのみ残るようにラッピングで研磨した後、ギャップ材を成膜してコア半体をギャップ 3 を挟んで接着した。図 8 Aに示したように接着したコアに対して、トラックを形成するための溝 1 1 を砥石で加工した後、図 8 Bに示したようにギャップに対してアジマス角 1 2 の傾き20°としてチップに切断して、磁気ヘッドを作成した。磁気媒体と摺動する面の構成は図 2 に示したようなものである。

一方、これと比較するために、磁性多層膜 2 を形成する際に、図 9 に示したように磁性膜FeTa_N膜 8 の厚みを0.5 μm一定とし、非磁性層Al₂O₃膜 9 の厚みを5nmとして総膜厚約20 μmの積層膜を形成して同様に磁気ヘッドを作成した。図 9 の磁性多層膜の構成以外は、上記実施例と同様の構成の磁気ヘッドである。

図 3 に示した本実施例の磁気ヘッドと図 9 に示す磁気ヘッドを用いて、実際に磁気テープに信号を記録再生してその特性を調べて比較した。従来例の磁気ヘッドの出力を測定すると、出力の周波数依存性に疑似信号による出力のうねりが見られ、そのうねりの大きさは、平均で4dBであった。一方、本実施例の磁気ヘッドの疑似信号による出力のうねりは平均で1dBであった。

本実施例では基板 1 として非磁性フェライト単結晶基板を用いたが、代わりに磁性基板であるMn-Znフェライトを用いても非磁性単結晶基板を用いたものと同様に、膜厚の異なる構成にすることにより、疑似信号低減に関して同様の効果が得られる。

(実施の形態 3)

基板 1 として非磁性フェライト単結晶を用いた。まず、図 5 に示したように巻き線窓 4 を形成するための溝 10 を砥石を用いて形成した。次に、図 6 およびギャップ近傍の拡大図、図 9、に示したように、前記非磁性フェライト単結晶に Fe-Ta ターゲットを用いて Ar ガスと N_2 (窒素) ガスとの混合ガス中でスパッタ法により FeTa_N 膜 8 を、Ar ガス中で非磁性層として SiO₂ 膜 9 をそれぞれ交互に形成して積層膜 2 を作成した。磁性多層膜の FeTa_N 膜 8 は一定の厚みとして積層した。1 層の厚みはそれぞれ、0.25 μm 、0.5 μm 、1 μm 、2 μm とし、SiO₂ 膜 9 の膜厚は 5nm とした。総膜厚は約 20 μm で全て同じ膜厚である。次に、図 7 に示したようにギャップ 3 を形成する面を、磁性多層膜 2 が巻き線窓 4 の中にのみ残るようにラッピングで研磨した後、ギャップ材を成膜してコア半体をギャップ 3 を挟んで接着した。図 8 A に示したように接着したコアに対して、トラックを形成するための溝 11 を砥石で加工した後、図 8 B に示したように、ギャップに対してアジマス角 12 の傾きを $\theta = 0^\circ$ としてチップに切断して磁気ヘッドを作成した。また磁性層の厚みが 1 μm のものについては、アジマス角 12 の傾きを $\theta = 0^\circ$ 以外に 10° 、 20° 、 30° としてチップに切断して磁気ヘッドを作成した。磁気媒体と摺動する面の構成は図 2 に示したようなものである。

実際に磁気テープに信号を記録再生してその特性を調べて比較した。

まず、膜厚の異なる $\theta = 0^\circ$ の磁気ヘッドの出力を測定すると、出力の周波数依存性に疑似信号による出力のうねりが見られるが、そのうねりは多層膜 2 を構成する磁性膜 8 の膜厚 t に依存して特定の周波数近傍に特に強く現れることを見いだした。磁気テープと磁気ヘッドの相対速度 v を 10.5m/s、21m/s として 80MHz 以下で出力の周波数依存性を測定すると、各磁気ヘッドの出力のうねりが発生する特定の周波数の値は表 1 に示した値となった。

【表 1】

磁性膜の一層の膜厚	周波数 (MHz)	
	相対速度=10.5m/s	相対速度=21m/s
$t=0.25 \mu\text{m}$	41	—
$t=0.5 \mu\text{m}$	21, 42, 63	42
$t=1 \mu\text{m}$	10.3, 20.5, 31, 41	21, 42, 64
$t=2 \mu\text{m}$	5.3, 10.6, 16, 21	10.4, 21, 31, 42

これらの周波数の値を解析すると、磁気テープと磁気ヘッドの相対速度を v 、磁性膜 8 の膜厚を t 、 n を整数 ($=1, 2, \dots$) とすると、 $f=n \times v/t$ の近傍で特に出力のうねりが強く現れることがわかった。

また、磁性層の膜厚が $1 \mu\text{m}$ でアジマス角が $\theta=0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ の磁気ヘッドについて、磁気テープと磁気ヘッドの相対速度を 10.5m/s に固定して、周波数が 50MHz 以下で出力の周波数依存性を同様に測定した。疑似信号の特に強く現れる周波数の値をまとめたのが表 2 である。

10 【表 2】

アジマス角 θ ($^\circ$)	周波数 (MHz)
0	10.3, 20.5, 31, 41
10	10.1, 20.2, 30.7, 40.5
20	9.5, 19.5, 29.0, 38.5
30	9.0, 18, 26.8, 35.5

この結果を見ると、アジマス角が大きくなると疑似信号の現れる周波数が低周波側にシフトしていることがわかる。この値を解析した結果、アジマス角 $\theta \neq 0^\circ$ の場合の疑似信号の現れる周波数は $\theta=0^\circ$ の場合の周波数を基準に、

$$f(\theta) = f(\theta=0^\circ) \times \cos \theta$$

となる事を見いだした。

前記磁性層の膜厚依存性の結果とあわせると、磁気テープと磁気ヘッドの相対速度を v 、磁気ヘッドの磁性膜 8 の膜厚を t 、アジマス角を θ 、

nを整数(=1, 2, . . .)とすると、疑似信号の強く現れる周波数fは、

$$f=n \times v \times \cos \theta / t$$

と表されることがわかる。すなわち、疑似信号の強く現れる周波数は一般に複数現れるが、その周波数のうち最も低いものはn=1に相当するv

5 $\times \cos \theta / t$ である。

以上の結果から、磁気テープと磁気ヘッドの相対速度がv、使用する周波数の上限がfmaxである磁気記録再生装置において、 $f_{\max} < v \times \cos \theta / t$ を満たす磁気ヘッドを搭載することにより、磁気記録再生装置としては、磁気ヘッドの疑似信号の影響を実質上受けないようにすることが可能となる。

10 なお、本実施例の磁気記録再生装置に搭載された磁気ヘッドは、基板1として非磁性フェライトを用いたものであるが、代わりに、MnZn単結晶フェライト等の磁性基板を用いた磁気ヘッドにおいても磁性多層膜として、磁性膜の厚みが $f_{\max} < v \times \cos \theta / t$ を満たすような構成とすることにより、磁気記録再生装置における、磁気ヘッドの疑似信号の影響を実質上受けないようにすることが可能である。

産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、擬似的な信号を押さえ、ノイズの低減を図ることが可能となる。

20 また、本発明の磁気記録再生装置は、実質上磁気ヘッドの疑似信号の影響が問題にならないようにすることが可能となる。

請求の範囲

1. 金属磁性膜と非磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多層膜の形成される磁性酸化物
5 基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドであって、

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を2種類以上とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たす
10 ことを特徴とする磁気ヘッド。

2. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を $100 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$ の範囲で異ならせる請求項1に記載の磁気ヘッド。

15

3. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚の差が5%以上である請求項1に記載の磁気ヘッド。

4. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚が、 $100 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$ の範囲で一定である請求項1に記載の磁気ヘッド。

5. 前記磁性膜が、次式

$$T a M b X c N d$$

- (但し、 T は Fe 、 Co 及び Ni から選ばれる少なくとも一種の元素、
25 M は Nb 、 Zr 、 Ti 、 Ta 、 Hf 、 Cr 、 Mo 、 W 及び Mn から選ばれる少なくとも一つの元素、 X は B 、 Si 及び Ge から選ばれる少なく

とも一つの元素、Nは窒素、a, b, c, dは原子%を示し、それぞれ
 $65 \leq a \leq 93$, $4 \leq b \leq 20$, $0 \leq c \leq 20$, $2 \leq d \leq 20$, $a + b + c + d = 100$ である。)で示される組成の磁性合金膜である請求項
1に記載の磁気ヘッド。

5

6. 前記非磁性層がSi, Al, Ti, Cr又はTaの酸化物である請求項1に記載の磁気ヘッド。

10

7. 前記基板が、磁性Mn-Znフェライト単結晶、非磁性フェライト単結晶、 α -ヘマタイト、チタン酸カルシウム又はチタン酸マグネシウムである請求項1に記載の磁気ヘッド。

15

8. 金属磁性膜と非磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多層膜の形成される磁性酸化物基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置であって、

20

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を2種類以上とするか、または前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。)を満たす磁気ヘッドを搭載したことを特徴とする磁気記録再生装置。

25

9. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を100nm~2000nmの範囲で異ならせる請求項8に記載の磁気記録再生装置。

10. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚の差が5%以上である請求

求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

1 1. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚が、100nm～2000nmの範囲で一定である請求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

5

1 2. 前記磁性膜が、次式

$TaMbXcNd$

10 (但し、TはFe, Co及びNiから選ばれる少なくとも一種の元素、MはNb, Zr, Ti, Ta, Hf, Cr, Mo, W及びMnから選ばれる少なくとも一つの元素、XはB, Si及びGeから選ばれる少なくとも一つの元素、Nは窒素、a, b, c, dは原子%を示し、それぞれ $65 \leq a \leq 93$, $4 \leq b \leq 20$, $0 \leq c \leq 20$, $2 \leq d \leq 20$, $a + b + c + d = 100$ である。) で示される組成の磁性合金膜である請求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

15

1 3. 前記非磁性層がSi, Al, Ti, Cr又はTaの酸化物である請求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

20 1 4. 前記基板が、磁性Mn-Znフェライト単結晶、非磁性フェライト単結晶、 α -ヘマタイト、チタン酸カルシウム又はチタン酸マグネシウムである請求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

補正書の請求の範囲

[2003年12月18日(18.12.03)国際事務局受理 : 出願当初の請求の範囲1は補正された; 出願当初の請求の範囲2-3及び9-10は取り下げられた; 他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

1. (補正後) 金属磁性膜と非磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多層膜の形成される
- 5 磁性酸化物基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドであって、

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たす

10 ことを特徴とする磁気ヘッド。

2. (削除)

3. (削除)

15

4. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚が、 $100\text{ nm} \sim 2000\text{ nm}$ の範囲で一定である請求項1に記載の磁気ヘッド。

5. 前記磁性膜が、次式

20 $T a M b X c N d$

(但し、 T は Fe 、 Co 及び Ni から選ばれる少なくとも一種の元素、 M は Nb 、 Zr 、 Ti 、 Ta 、 Hf 、 Cr 、 Mo 、 W 及び Mn から選ばれる少なくとも一つの元素、 X は B 、 Si 及び Ge から選ばれる少なくとも一つの元素、 N は窒素、 a 、 b 、 c 、 d は原子%を示し、それぞれ

25 $65 \leq a \leq 93$ 、 $4 \leq b \leq 20$ 、 $0 \leq c \leq 20$ 、 $2 \leq d \leq 20$ 、 $a + b + c + d = 100$ である。) で示される組成の磁性合金膜である請求項

補正された用紙 (条約第19条)

1 に記載の磁気ヘッド。

6. 前記非磁性層が Si, Al, Ti, Cr 又は Ta の酸化物である請求項 1 に記載の磁気ヘッド。

5

7. 前記基板が、磁性 Mn-Zn フェライト単結晶、非磁性フェライト単結晶、 α -ヘマタイト、チタン酸カルシウム又はチタン酸マグネシウムである請求項 1 に記載の磁気ヘッド。

10 8. 金属磁性膜と非磁性膜とを交互に積層した多層膜が配置され、磁気記録媒体と接する面で前記多層膜と前記多層膜の形成される磁性酸化物基板または非磁性基板とのなす境界が、ギャップ部と平行である磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置であって、

前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。) を満たす磁気ヘッドを搭載したことを特徴とする磁気記録再生装置。

9. (削除)

20

10. (削除)

1 1. 前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚が、100nm～2000nmの範囲で一定である請求項8に記載の磁気記録再生装置。

1 2. 前記磁性膜が、次式

5 TaM^bX^cN^d

(但し、TはFe、Co及びNiから選ばれる少なくとも一種の元素、MはNb、Zr、Ti、Ta、Hf、Cr、Mo、W及びMnから選ばれる少なくとも一つの元素、XはB、Si及びGeから選ばれる少なくとも一つの元素、Nは窒素、a、b、c、dは原子%を示し、それぞれ
10 $65 \leq a \leq 93$, $4 \leq b \leq 20$, $0 \leq c \leq 20$, $2 \leq d \leq 20$, $a + b + c + d = 100$ である。)で示される組成の磁性合金膜である請求項8に記載の磁気記録再生装置。

1 3. 前記非磁性層がSi、Al、Ti、Cr又はTaの酸化物である
15 請求項8に記載の磁気記録再生装置。

1 4. 前記基板が、磁性Mn-Znフェライト単結晶、非磁性フェライト単結晶、 α -ヘマタイト、チタン酸カルシウム又はチタン酸マグネシウムである請求項8に記載の磁気記録再生装置。

20

PCT 19条(1)の規定に基づく説明書(PCT規則46.4)

1. 補正の説明

(1) 本願の請求項1-4, 8-11は文献1から新規性又は進歩性がなく、請求項1-3, 5-10, 12-14は文献2から新規性又は進歩性がなく、請求項5-7, 12-14は文献1から進歩性がないと指摘された。

(2) そこで、請求項1と8の「前記多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を2種類以上とするか、または」を削除した。これに伴い、請求項2, 3, 9, 10も削除した。

2. 引例との対比

補正後の請求項1と8の「多層膜を構成する金属磁性膜の膜厚を一定としかつこのときの厚み t が、 $t < v \times \cos \theta / f_{\max}$ (但し、 v はヘッドと記録媒体との相対速度、 f_{\max} は使用周波数帯域の上限、 θ はアジマス角を表す。)を満たす」は、各引例には記載されていないので、本発明は特許性を有すると信ずる。

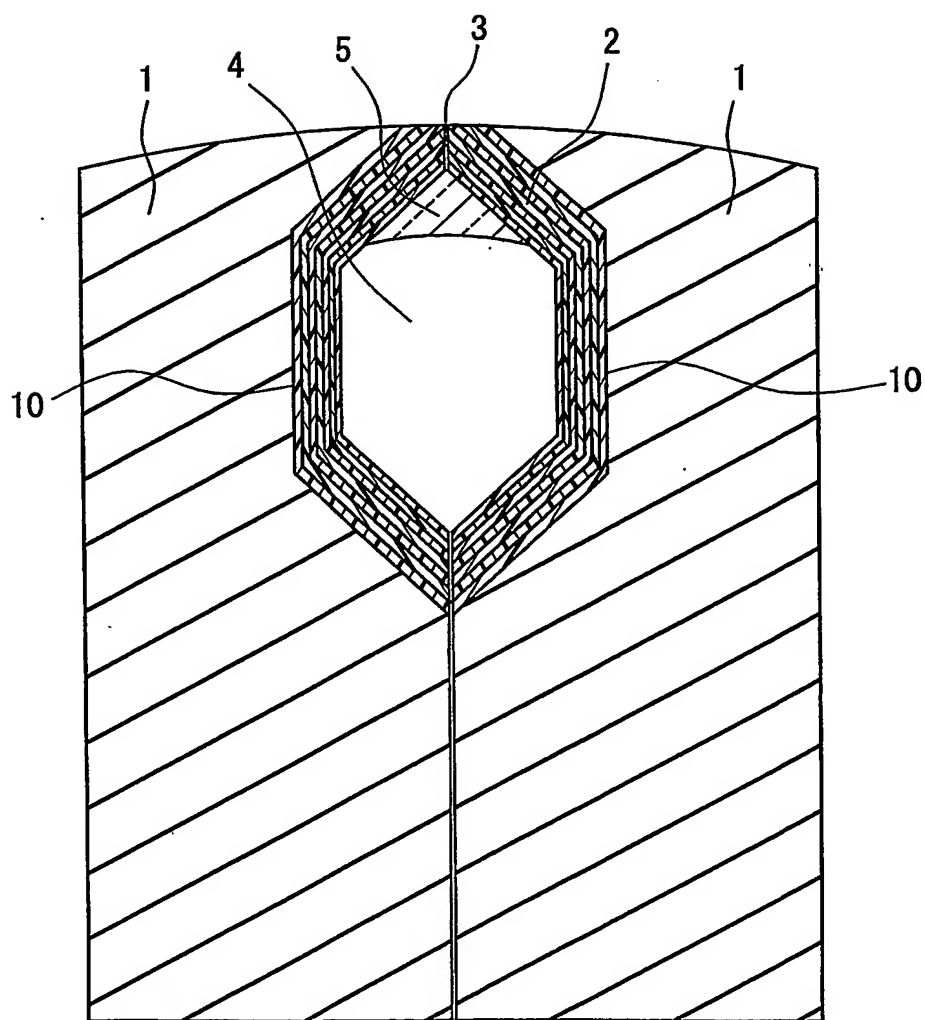


FIG. 1

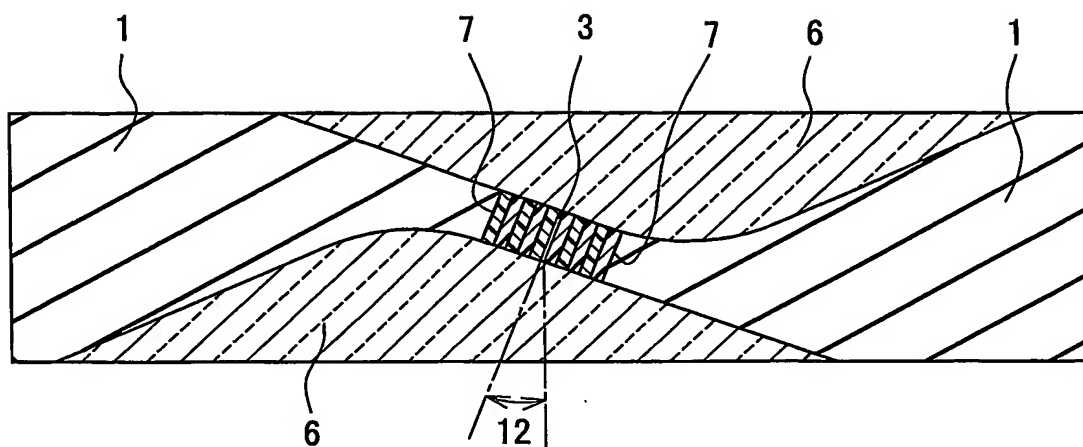


FIG. 2

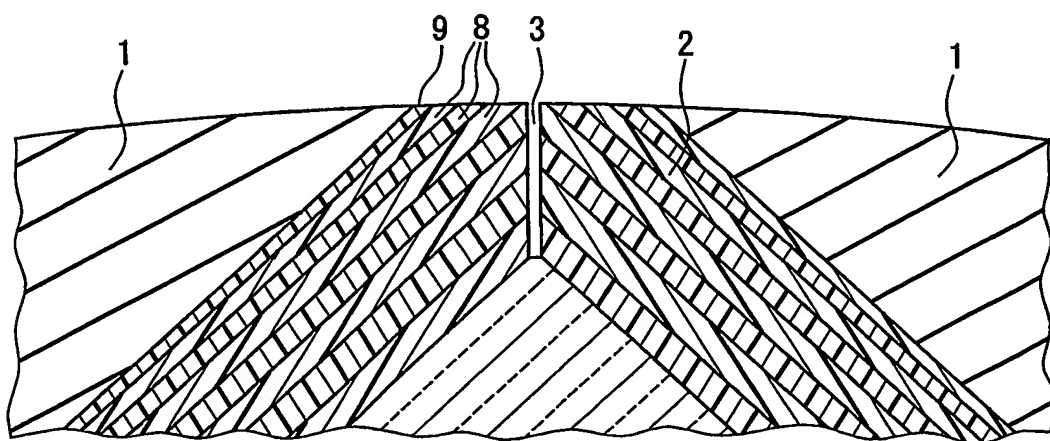


FIG. 3

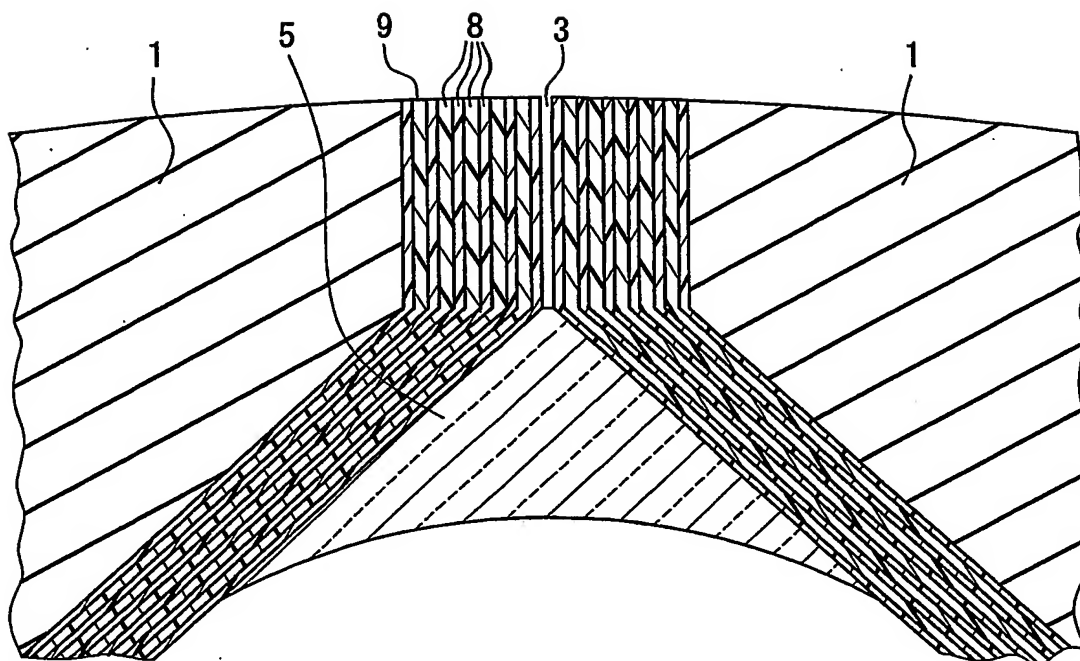


FIG. 4

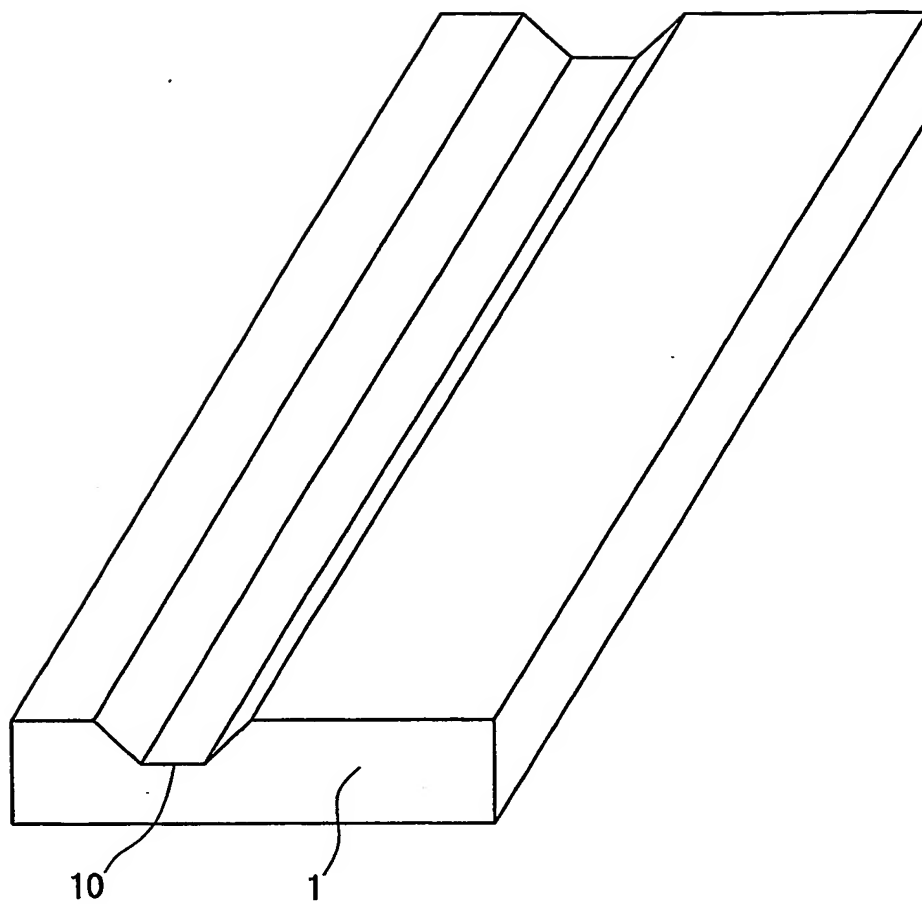


FIG. 5

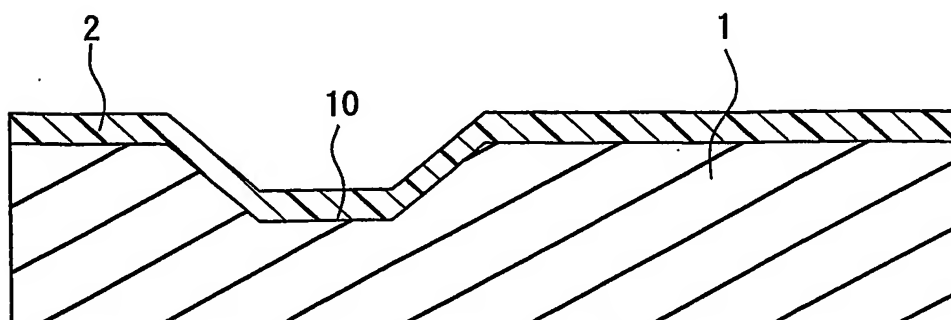


FIG. 6

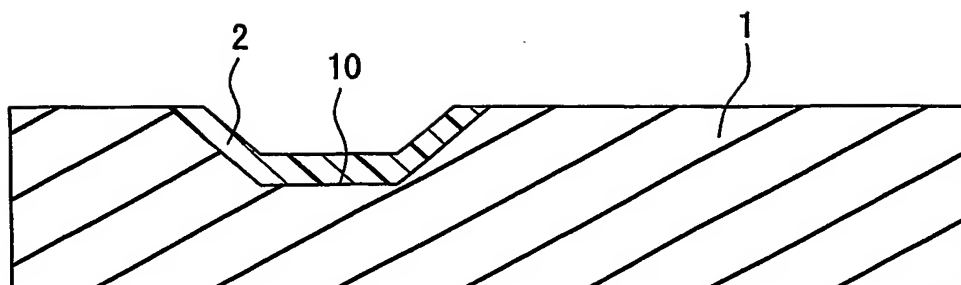


FIG. 7

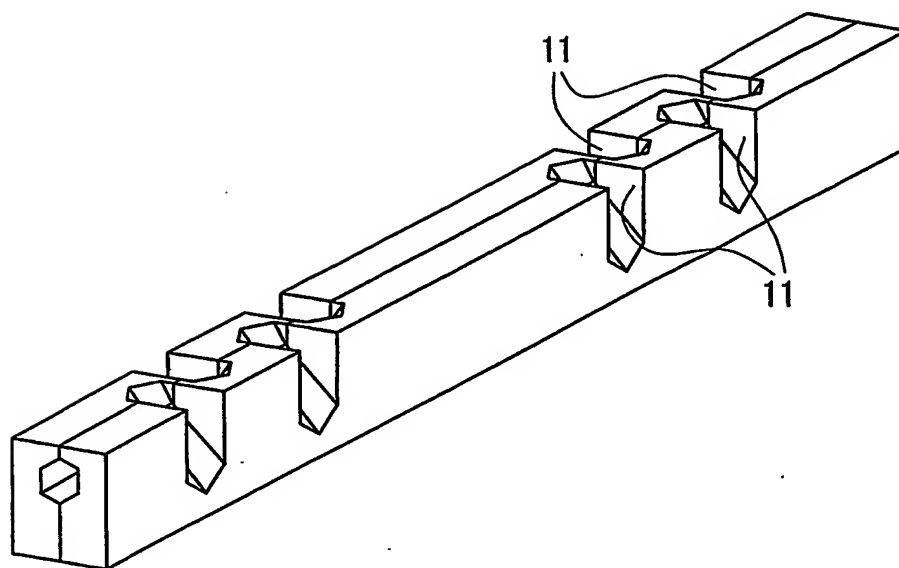


FIG. 8A

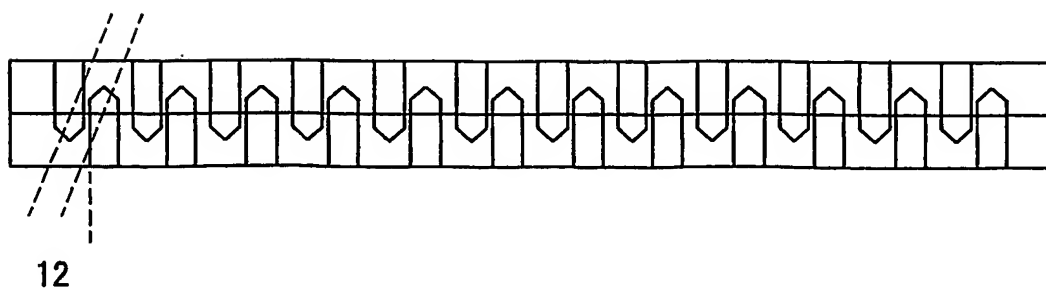


FIG. 8B

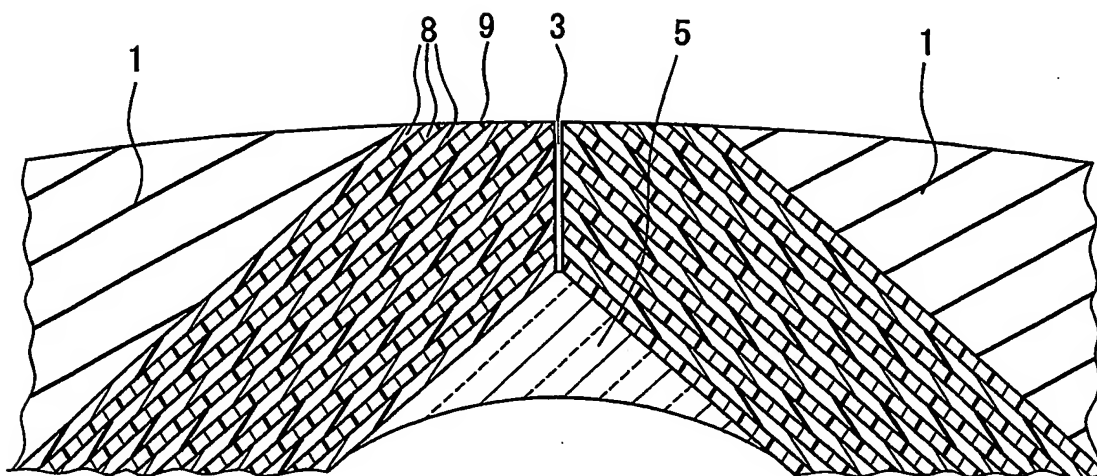


FIG. 9

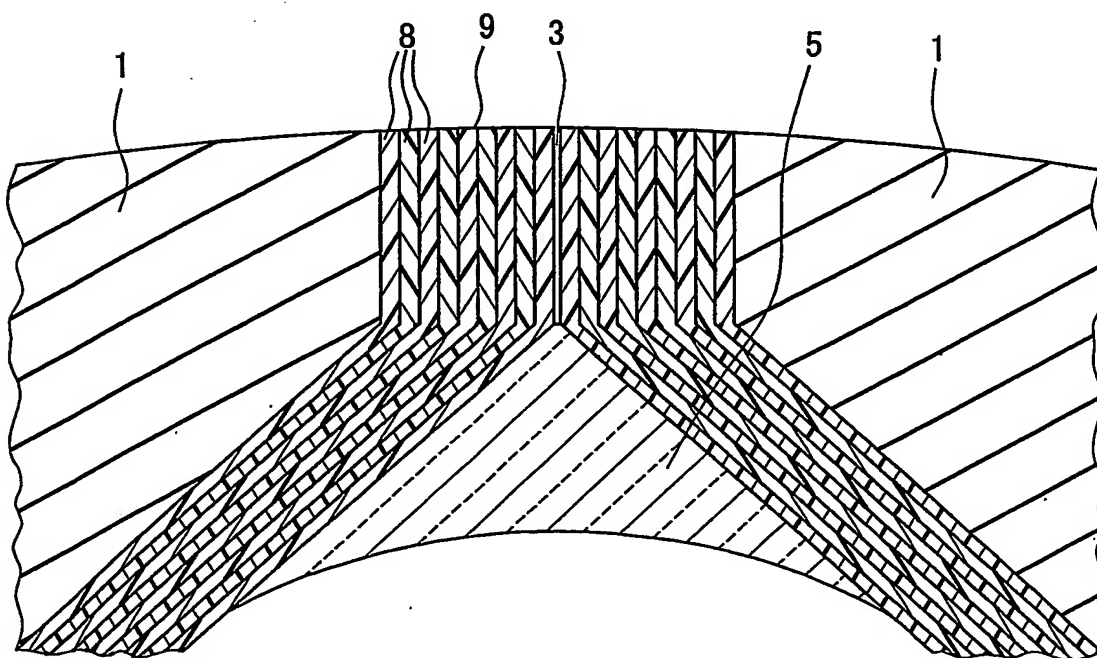


FIG. 10

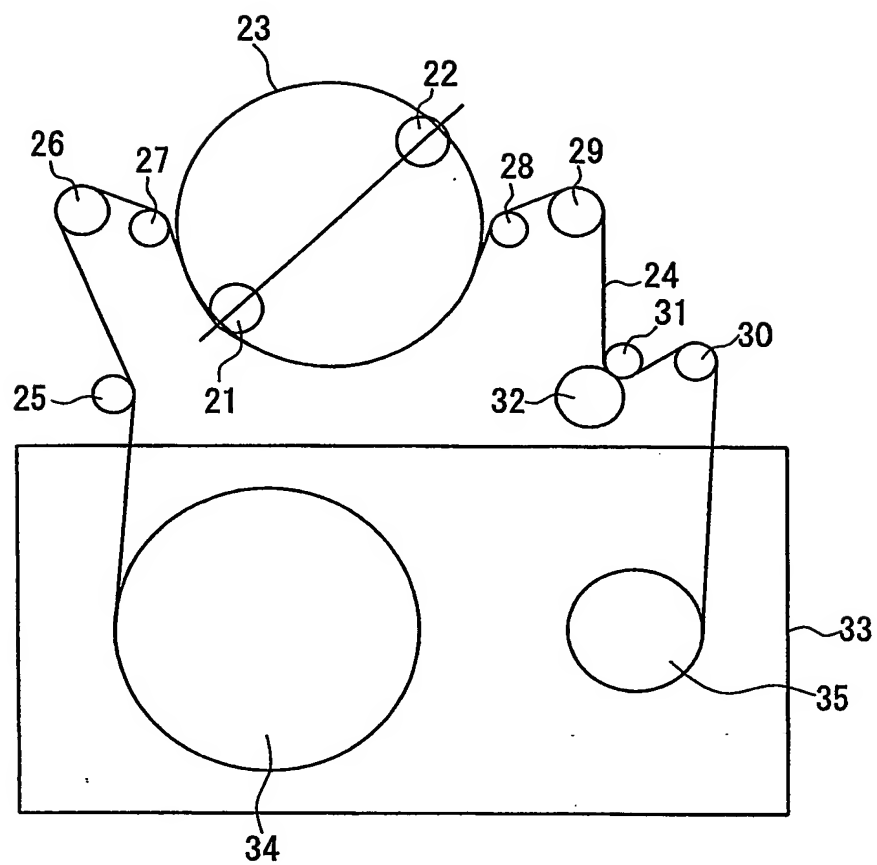


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/10601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ G11B5/127, G11B5/187		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ G11B5/127-5/255		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 64-23411 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 January, 1989 (26 01.89), Page 3, upper left column, line 12 to lower left column, line 14 (Family: none)	1-4, 8-11 5-7, 12-14
X	US 5452167 A (Matsushita Elec. Ind. Co., Ltd.), 19 September, 1995 (19.09.95), Page 14, left column, line 23 to right column, line 24; Fig. 2 & JP 6-338410 A & EP 620571 A3	1-3, 5-10, 12-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 17 October, 2003 (17.10.03)		Date of mailing of the international search report 04 November, 2003 (04.11.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ G11B5/127, G11B5/187

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ G11B5/127-5/255

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 64-23411 A (三菱電機株式会社) 1989. 01. 26, 第3頁左上欄第12行-左下欄第14行 (ファミリーなし)	1-4, 8-11 5-7, 12-14
X	US 5452167 A (Matsushita Elec. Ind. Co., Ltd.) 1995. 9. 19, 第14頁左欄第23行-右欄第24行, Fig. 2 & JP 6-338410 A & EP 620571 A3	1-3, 5-10, 12-14

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 10. 03

国際調査報告の発送日

04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富澤 哲生

5D

9378

電話番号 03-3581-1101 内線 3550